

## ФОРМАЛИЗОВАННОЕ ОПИСАНИЕ РАБОЧЕЙ СИСТЕМЫ МЕХАНИЗМА ОЧИСТКИ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА КЗС-10К

А. А. Печенев

Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель В. Б. Попов, канд. техн. наук, доц.

Механизм очистки (МО) зерноуборочного комбайна КЗС-10К состоит из: маховика, шатунов, двуплечих рычагов, штанг, подвесок и рабочих органов – стрясной доски, верхнего и нижнего решетчатого станом, шарнирно закрепленных на раме (рис. 1). Недостаток этого механизма состоит в том, что силы инерции стрясной доски и верхнего решетчатого стана не уравниваются силами инерции нижнего решетчатого стана, а суммируются и через шатуны и приводной вал передаются на раму комбайна, подвергая ее вибрациям. До 70 % от общей вибрации комбайна и наибольшее количество отказов приходится на механизм очистки. Вибрация рамы МО, возникающая в результате действия инерционных сил, передается на корпус зерноуборочного комбайна, что отрицательно сказывается на несущей конструкции и снижает эксплуатационную надежность разъемных соединений.

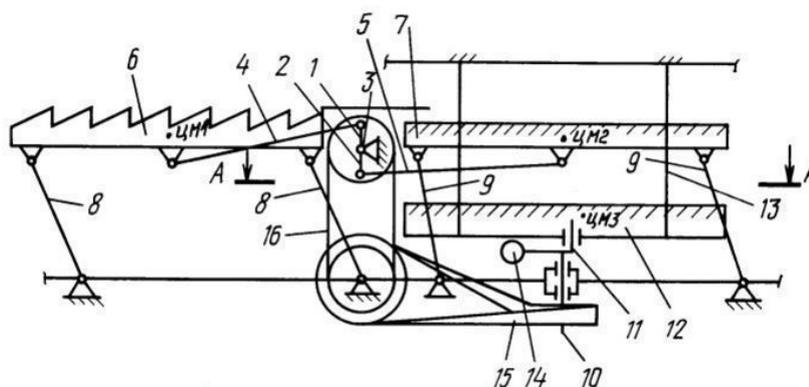


Рис. 1. Схема очистки зерноуборочного комбайна:

- 1, 2 – кривошип; 2 – шнек; 3 – приводной вал; 4, 5 – шатун; 6 – стрясная доска;  
7 – верхний решетчатый стан; 8, 9 – поворотный рычаг; 10 – приводной вал;  
11 – кривошип; 12 – нижний решетчатый стан; 13 – подвеска;  
14 – противовес; 15 – ременная передача

Наиболее близким техническим решением к предлагаемому изобретению является уравновешенная система очистки комбайна, в которой приводной вал с односторонним расположением кривошипов через шатуны соединен с верхним решетчатым станом и через двуплечие рычаги – со стрясной доской и нижним решетчатым станом. В результате верхний решетчатый стан совершает движение в противоположную сторону нижнему решетчатому стану и стрясной доске. Поэтому общий центр масс верхнего и нижнего решетчатых станом и стрясной доски при работе механизма находится в покое и суммарная сила инерции этих рабочих органов равна нулю.

Недостаток этого механизма состоит в том, что, несмотря на то, что силы инерции уравновешены, на приводной вал и на раму комбайна через шатуны будет действовать суммарная сила инерции стрясной доски, верхнего и нижнего решетчатых станом, т. е. силы инерции на приводном валу неуравновешены.

Целью является снижение динамических нагрузок, вибрации рамы и повышение надежности комбайна. Для достижения этой цели следует провести:

- геометрический анализ;
- кинематический анализ;
- силовой анализ.

Формирование геометрической модели в соответствии с исходной пространственной реализацией МО существенно усложняет математическое описание. Проблема упрощается при замене 3D-модели МО ее плоским аналогом, сохраняя по основным выходным параметрам эквивалентность полученной геометрической модели исходной. Если учесть симметричное расположение звеньев 3D-модели МО в продольной плоскости, а также предположить параллельность между собой осей, проходящих через центры шарниров и несжимаемость звеньев, то ее структура идентифицируется плоским, десятизвенным, одноподвижным шарнирно-рычажным механизмом (рис. 2).

В процедуре геометрического анализа определяются углы, образуемые векторами звеньев, в правой декартовой системе координат, затем координаты точек подвижных шарниров.

Дифференцируя по обобщенной координате, определяем аналоги угловых скоростей, а повторным дифференцированием получаем аналоги угловых ускорений.

Если массами шатунов и подвесок пренебречь (или привести их к массам рабочих органов), то двухстанная очистка представляется эквивалентной трехмассовой механической системой. Задача уменьшения колебаний рамы комбайна решается путем уравновешивания одной из совершающих сложное движение масс рабочих органов двумя другими. Следует отметить, что каждый из рабочих органов представляет собой отработанную конструкцию со сложившимся относительным положением рабочих элементов, а также оптимальной амплитудой колебаний и траекториями движения характерных точек рабочих органов. Изменение вышеупомянутых параметров затруднительно, поскольку характер движения рабочих органов обусловлен требованиями качественного выполнения технологического процесса очистки.

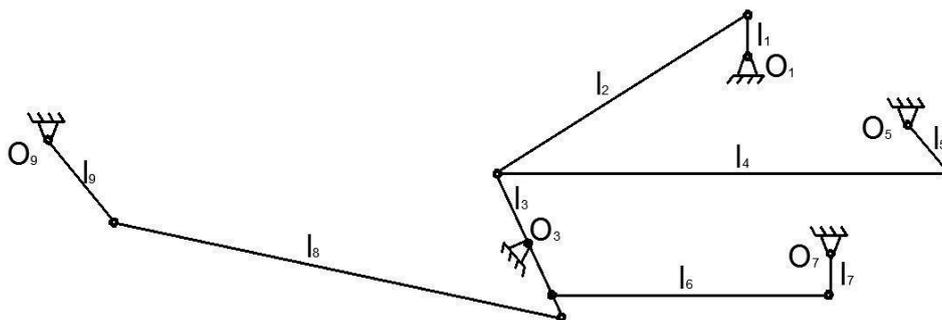


Рис. 2. Геометрическая модель МО зерноуборочного комбайна

Создание функциональной математической модели (ММ) и выполнение вычислительного эксперимента на ПЭВМ (например, возможностями приложения для математических и инженерных вычислений MathCAD) позволяет провести многовариантный кинестатический анализ МО за сравнительно короткое время. Это в значительной степени снижает материальные и временные затраты на его уравновешивание, и при наличии адекватной функциональной ММ позволит получить достоверные результаты, избегнув при этом длительной доводки МО на стенде.

Статическое уравнивание МО реализуется только в том случае, когда центр масс остается неподвижным, или движется равномерно и прямолинейно. Выполнение этого условия весьма затруднительно, поскольку центр масс МО за цикл (один оборот ведущего звена) описывает криволинейную траекторию. С учетом вышеупомянутых ограничений полностью уравновесить МО невозможно, поэтому стремятся к частичному уравниванию, выражающемуся в сокращении площади фигуры, описываемой центром масс МО.

Геометрический и кинематический анализ МО выполнены на основе метода замкнутых векторных контуров. В результате геометрического анализа определяются углы, образуемые подвижными звеньями МО в правой декартовой системе координат, и координаты центров подвижных шарниров в зависимости от обобщенной координаты – угла поворота кривошипа  $L_1$  за один его оборот. Аналитические выражения для угловых скоростей и ускорений подвижных звеньев получаем на основе дифференцирования по обобщенной координате выражений для соответствующих углов и, в свою очередь, на их основе получаем выражения для линейных скоростей и ускорений центров масс звеньев.

Силовой анализ выполняется по группам Ассур (в обратном порядке), с учетом влияния сил и моментов инерции, действующих на звенья. В результате проведения силового анализа определяется приведенный момент инерции (момент, действующий на кривошип  $L_1$ ) в зависимости от изменения обобщенной координаты.

В результате всего вышесказанного была сформирована функциональная ММ МО, представляющая собой формализованное описание работы его звеньев за цикл. Это обеспечило выполнение многовариантного анализа работы МО на ПЭВМ в среде MathCAD. Полученная функциональная ММ может быть использована для анализа механизма очистки идентичной структуры, а также в качестве основной составляющей в процедуре параметрического синтеза МО